

16

テイラー渦流反応装置によるデンプンの加水分解反応

(神戸大工) ○吉田 翔志*・(神戸大院工) 松家 慎一郎・(Warsaw U.T.)

(正)Hubacz Robert・(神戸大院工) (正)堀江 孝史・(正)熊谷 宜久・(正)大村 直人

【緒言】

固定された外円筒と回転する内円筒の同心円筒間で、内円筒の回転数を上げると、互いに逆方向に回転する渦が軸方向に重なったテイラー渦流が発生する。このテイラー渦流は、軸方向の分散が少ない、局所混合性が良い、外円筒の表面の伝熱係数が高いという特長を持つため、乳化重合・晶析・光触媒などの化学プロセスで、幅広い応用が期待されている。

酵素を用いた澱粉の加水分解は、糊化、液化、デキストリン化、糖化というプロセスに分けられる。糊化のプロセスにおいて、粘度が増加して、反応効率が低下する問題点がある。

そこで本研究ではテイラー渦流反応装置が熱伝導性の良さ、連続操作の適応性が加水分解プロセスに適していると考え、デンプンの糊化および加水分解による糖化実験を行った。

【実験方法】

実験装置概略を Fig. 1 に示す。装置の共軸二重円筒部は長さ 50 cm、外半径 1.25 cm の内円筒、内半径 1.75 cm の外円筒からなる。高温水をジャケット内に流し外円筒壁面を 85 °C に加熱した。

糊化実験ではデンプン懸濁液 (50 g/L) を装置に導入し、生成物の粘度および吸光度を測定することにより糊化の程度を定量的に評価した。内円筒の回転数を 0, 22, 47, 97 rps、デンプン流量を 0.0088, 0.018, 0.024, 0.057 cm/s と変化させた。吸光度は、得られたゲル状の生成物を遠心分離し、その上澄み液をヨウ素デンプン反応させ測定した。

糖化実験は、実験装置中央部より酵素 (α -アミラーゼ) を注入してできた生成物にジニトロサリチル酸法を用い、加熱後吸光度を測定することにより、還元糖の定量を行った。

【結果と考察】

糊化はデンプンを水中に懸濁し加熱を続けることによって結晶構造が崩壊し、ゲル状に変化する現象のことであり、このとき、急激に粘度を増す。また、もとの結晶構造が崩れているため、ヨウ素がデンプン反応で呈色しやすくなる特徴がある。そのためより高い吸光度、粘度を示したものがよく糊化したものといえる。

Fig. 2 で示した吸光度測定の結果から、デンプン流量が高いものより低いものが高い吸光度を示し、また内円筒の回転数に依存して吸光度が増加するが、低流

量の場合を除いて 50 rps 以上では回転数の影響は低くなることがわかった。

Fig. 3 で示した粘度測定の結果から、この流体は shear-thinning 性を示す非ニュートン流体であり、内円筒回転数が高く、流量が低いほど高粘度であることがわかる。これらより、テイラー渦流反応装置では、低流量でデンプンの滞留時間を長くし、内円筒の回転により伝熱を促進させることで流体に与える熱量を増加させ、糊化を促進させると考えられる。

Fig. 4 では酵素導入後の粘度を計測した結果を記した。0.2 mL/h 以上の酵素を導入すると、流体の shear-thinning 性が失われ、急激に粘度が低下しており、効率よく、加水分解が装置内で行われたと考えられる。

以上より、テイラー渦流反応装置は澱粉の糊化、加水分解に適応していると考えられる。

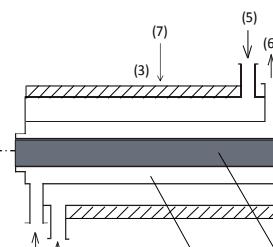


Fig. 1 Experimental apparatus

- (1)Annular gap
- (2)Rotating cylinder
- (3)Heat jacket
- (4)Starch aqueous suspension
- (5)High-temperature water
- (6)Product
- (7)Enzyme injection port

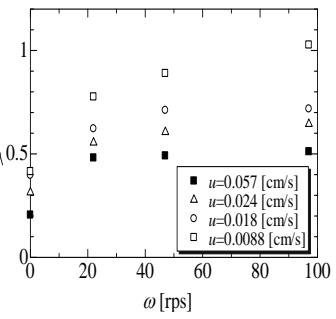


Fig. 2 Light absorbance for the effluent fluid

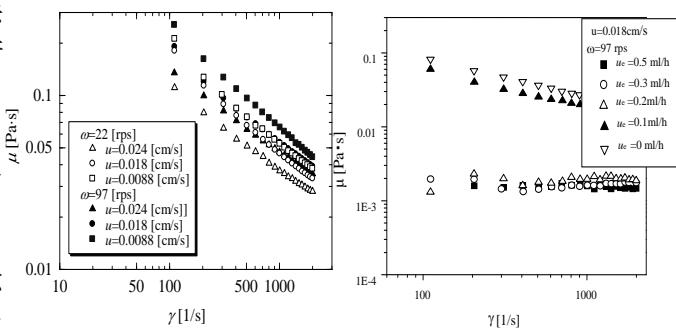


Fig. 3 Viscosity of the outlet fluid (without hydrolysis) Fig. 4 Viscosity of the outlet fluid (with hydrolysis)

*koji.yoshida.kun0914@hotmail.co.jp